

# Índice

Índice.....	1
Anexo A: Código del programa informático .....	3
Anexo B: Manual del programa informático .....	23
Anexo C: Muestra de resultados obtenidos por el programa .....	25





## Anexo A: Código del programa informático

Mediante el análisis de las características del distrito del Eixample y los recursos de los que disponen los equipos del Sistema d'Emergències Mèdiques, se ha implementado un programa informático que permite simular el envío de dotaciones de estos equipos cuando ocurren accidentes.

El programa ha sido realizado en lenguaje Visual Basic mediante el programa Visual Studio 2008, y permite al usuario establecer el periodo de tiempo que ha de durar la simulación o el número de accidentes que quiere simular.

A continuación se incluye el código completo del programa, al que se han añadido algunas anotaciones básicas, que son las líneas que comienzan por el carácter ('), para facilitar su comprensión:

```
Imports System.Data.OleDb

Public Class Form1

    'Variables de control de la simulación.
    'Contador de tiempo.
    Dim RELOJ As Double
    'Número de víctimas.
    Dim VICTIMAS As Integer
    'Gravedad del accidente.
    Dim GRAVEDAD As Integer
    'Velocidad de las unidades.
    Dim VELOCIDAD As Double
    'Punto en el que se ha producido el accidente.
    Dim PUNTO As Integer
    'Matrices con el número de dotaciones. La base a la que pertenecen en
    el índice '0' y el tiempo que resta para que se encuentren disponibles en
    el índice '1'.
    'Ambulancias básicas.
    Dim AMBULANCIAS_BASICAS(14, 1) As Integer
    'Ambulancias intermedias.
    Dim AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(5, 1) As Integer
    'Ambulancias avanzadas.
    Dim AMBULANCIAS_AVANZADAS(2, 1) As Integer

    'Parámetros de la simulación.
    'Velocidad de partida para el cálculo de la velocidad de las unidades.
    Dim VELOCIDAD_BASE As Double = 30
    'Porcentaje de la velocidad base según el estado de tráfico. Velocidad
    para tráfico fluido, denso y colapsado.
    Dim VELOCIDAD_FRACCION() = {1, 0.6, 0.4}
    'Tiempo de respuesta límite a enviar otra dotación de menor
    preferencia.
    Dim tRESPUESTA_LIMITE As Integer = 15
    'Tiempo de actuación de las unidades (entre recogida de paciente y
    vuelta al servicio).
    Dim tATENCION As Integer = 45
```



```

'Datos de la simulación.
'Número de puntos de estudio.
Dim CANTIDAD_PUNTOS As Integer = 105
'Nombre de las bases utilizadas.
Dim BASES() As String = {"B2", "B3", "B5"}
'Puntos donde se pueden localizar las ambulancias de las respectivas
bases.
Dim PUNTOS_B2() As Integer = {60, 79, 80, 81, 82, 86, 95, 96, 97, 102,
103}
Dim PUNTOS_B3() As Integer = {18, 19, 20, 40, 41, 48, 49, 61, 63, 64,
87, 88}
Dim PUNTOS_B5() As Integer = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 20, 21, 22, 48}

'Intervalos de probabilidad.
'Situación del accidente respecto a l'Eixample, dentro o fuera.
Dim pDENTRO() As Double = {0.75} 'Probabilidad de que se de fuera.
'Tipo de accidente producido, de tráfico o de otro tipo.
Dim pTIPO() As Double = {0.982} 'Probabilidad de que el accidente
no sea de tráfico.
'Número de víctimas por accidente de tráfico, de 1 a 4.
Dim pVICTIMAS() As Double = {0.45, 0.8, 0.95} 'Probabilidad acumulada
para 1, 2 y 3 víctimas.
'Gravedad del accidente generado. Nivel de gravedad de 1 a 3, de menos
a más grave.
Dim pGRAVEDAD() As Double = {0.9, 0.97} 'Probabilidad acumulada de que
se den los accidentes de nivel 1 y nivel 2.
'Estado del tráfico en el momento de la atención del accidente, de 1 a
3 (respectivamente corresponden a los estados fluido, denso, colapsado).
Dim pTRAFICO() As Double = {0.25, 0.85} 'Probabilidad acumulada de
que el estado del tráfico sea fluido y denso.

'Resultados de la simulación.
'Matriz resumen de resultados para los accidentes de tráfico dentro de
l'Eixample. El contenido de cada columna es el siguiente:
'0: Hora accidente
'1: Tipo de accidente
'2: Distrito del accidente
'3: Localización del accidente
'4: Número de víctimas
'5: Gravedad del accidente
'6: Estado de tráfico
'7: Velocidad de desplazamiento
'8: Base de la ambulancia
'9: Tiempo de respuesta
'10: Tipo de ambulancia
'11: Localización de la ambulancia
'12: Disponibilidad de sva
'13: Diponibilidad de svi
'14: Disponibilidad de svb
Dim RESULTADOS(14, 0) As Double

'Variables de control de la generación de números aleatorios.
'Contador del número de accidentes que se llevan a cabo entre
inicializaciones del valor semilla de la función de cálculo de números
aleatorios.
Dim CONTADOR_ACCIDENTES_RND As Integer
'Número de accidentes necesarios para inicializar el valor semilla del
cálculo de números aleatorios.
Dim ACCIDENTES_PaC_RND As Integer = 10000

'Información de la hoja de cálculo.

```



```
'Ubicación del archivo.
Dim DIRECTORIO As String = "\DataDirectory\"
'Nombre del amigo.
Dim NOMBRE_DIRECTORIO As String = "puntos de accidente eixample.xlsx"
'Nombre de la hoja con las probabilidades de accidente de tráfico en
todos los puntos.
Dim sFRECUENCIA As String = "Prob puntos"
'Es la columna de probabilidades de que un accidente se produzca en un
punto.
Dim cFRECUENCIA As Integer = 5
'Es la columna del número de accidentes totales producidos en un punto.
Dim cRESULTADOS As Integer = 6
'Nombre de la hoja con la matriz de distancias entre nodos vecinos.
Dim sDISTANCIAS_VECINOS As String = "Matriz dist vecinos"
'Nombre de la hoja con la matriz de distancias mínimas entre todos los
puntos. Cada manzana corresponde a una unidad de medida.
Dim sDISTANCIAS_MANZANAS As String = "matriz dist manzanas"
'Nombre de la hoja con la matriz de distancias mínimas expresadas en
metros (calculada a partir del algoritmo de Ford).
Dim sDISTANCIAS_METROS As String = "Matriz dist metros"
'Nombre de la hoja donde se muestran los resultados de la simulación.
Dim sRESULTADOS As String = "Resultados"

'Recordsets (archivos internos) en los que se almacenan las tablas
cargadas desde Excel.
'Tabla de la hoja de probabilidades de accidentes en cada punto.
Dim rsFRECUENCIA As DataSet
'Tabla de la matriz de distancias entre nodos vecinos.
Dim rsDISTANCIAS_VECINOS As DataSet
'Tabla de la matriz de distancias entre puntos en metros.
Dim rsDISTANCIAS_METROS As DataSet

'Variables asociadas al algoritmo de Ford.
'Matrices.
'Tabla de distancias actual.
Dim DISTANCIAS_ACTUAL(CANTIDAD_PUNTOS - 1, CANTIDAD_PUNTOS - 1) As
Double
'Tabla de distancias anterior.
Dim DISTANCIAS_ANTERIOR(CANTIDAD_PUNTOS - 1, CANTIDAD_PUNTOS - 1) As
Double
'Tabla de distancias inicial (entre vecinos).
Dim DISTANCIAS_INICIAL(CANTIDAD_PUNTOS - 1, CANTIDAD_PUNTOS - 1) As
Double
'Contador de iteraciones.
Dim CONTADOR_ITERACIONES As Integer
'Equivalencia de conversión de manzanas a metros.
Dim MANZANAS_METROS As Double = 133.3

Private Sub Form1_Load(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Me.Load
    Try
        CARGAR_HOJAS ()
        ACCIDENTES_SIMULACION_TB.Enabled = True
        TIEMPO_SIMULACION_TB.Enabled = False
        Label4.Text = ""
        Label7.Text = ""
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Sub
```



```

Private Sub CARGAR_HOJAS()
    Try
        Dim CONECTION_STRING As String =
"Provider=Microsoft.ACE.OLEDB.12.0; Data source=" & DIRECTORIO &
NOMBRE_DIRECTORIO & "; Extended Properties='Excel 12.0 Xml;HDR=YES'"
        Dim CONECTION As OleDb.OleDbConnection
        Dim ADAPTER As OleDbDataAdapter
        Dim i As Integer
        Dim j As Integer

        'Se define la conexión con el archivo de Excel y se abre.
        CONECTION = New OleDb.OleDbConnection(CONECTION_STRING)
        CONECTION.Open()

        'Copia de la tabla de Excel de la Hoja_Freq.
        ADAPTER = New OleDbDataAdapter("Select * from [" &
sFRECUENCIA & "$]", CONECTION_STRING)
        rsFRECUENCIA = New DataSet
        ADAPTER.Fill(rsFRECUENCIA)

        'Copia de la tabla de Excel de la Hoja_Dist_Vec.
        ADAPTER = New OleDbDataAdapter("Select * from [" &
sDISTANCIAS_VECINOS & "$]", CONECTION_STRING)
        rsDISTANCIAS_VECINOS = New DataSet
        ADAPTER.Fill(rsDISTANCIAS_VECINOS)

        'Copia de la tabla de Excel de la Hoja_Dist_Metr.
        ADAPTER = New OleDbDataAdapter("Select * from [" &
sDISTANCIAS_METROS & "$]", CONECTION_STRING)
        rsDISTANCIAS_METROS = New DataSet
        ADAPTER.Fill(rsDISTANCIAS_METROS)

        'Se cierra la conexión con el archivo de Excel.
        CONECTION.Close()

        'Se pasan los datos del recordset 'rsDISTANCIAS_VECINOS' a la
tabla 'DISTANCIAS_INICIAL'.
        For i = 1 To CANTIDAD_PUNTOS
            For j = 1 To CANTIDAD_PUNTOS
                If rsDISTANCIAS_VECINOS.Tables(0).Rows(i -
1).Item(j).ToString = "" Then
                    If i = j Then
                        DISTANCIAS_INICIAL(i - 1, j - 1) = 0
                    Else
                        DISTANCIAS_INICIAL(i - 1, j - 1) = 1000
                    End If
                Else
                    DISTANCIAS_INICIAL(i - 1, j - 1) =
rsDISTANCIAS_VECINOS.Tables(0).Rows(i - 1).Item(j)
                End If
            Next
        Next
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Sub

'Subrutina asociada al botón de generación de accidentes
Private Sub GENERAR_ACCIDENTES_Bt_Click(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles GENERAR_ACCIDENTES_Bt.Click

```



```
Dim i As Integer
Dim ACCIDENTES_SIMULACION As Integer
Dim TIEMPO_SIMULACION As Integer
Try
    Label4.Text = ""
    'Se inicializa la tabla de resultados de accidentes.
    INICIALIZAR_RESULTADOS()
    'Se inicializa las tablas de seguimiento del estado de las
    ambulancias.
    INICIALIZAR_AMBULANCIAS()
    'Se inicializa la variable de referencia de tiempo.
    RELOJ = 0

    If ACCIDENTES_SIMULACION_RB.Checked = True Then      'Opción de
    simulación por número de accidentes.
        ACCIDENTES_SIMULACION = CInt(ACCIDENTES_SIMULACION_TB.Text)
        For i = 1 To ACCIDENTES_SIMULACION
            ACCIDENTE()
        Next
    ElseIf TIEMPO_SIMULACION_RB.Checked = True Then      'Opción de
    simulación por tiempo.
        TIEMPO_SIMULACION = 24 * 60 *
    CInt(TIEMPO_SIMULACION_TB.Text)
        While RELOJ < TIEMPO_SIMULACION
            ACCIDENTE()
        End While
    End If
    Label4.Text = "Simulación finalizada."
    ESCRIBIR_RESULTADOS2()
Catch ex As Exception
    MsgBox(ex.Message)
End Try
End Sub

Private Sub ACCIDENTE()
    Try
        'Determinación de la hora a la que se produce el accidente.
        HORA_ACCIDENTE()
        'Datos del accidente.
        If DENTRO_EIXAMPLE() = True Then
            If TIPO_ACCIDENTE() = True Then
                PUNTO_ACCIDENTE_TRAFICO()
                VICTIMAS_ACCIDENTE()
                GRAVEDAD_ACCIDENTE()
                'Datos del tráfico.
                ESTADO_TRAFICO()
                'Datos de la ambulancia.
                SELECCIONAR_AMBULANCIAS()
                'Se crea una nueva fila en la tabla de resultados para
                almacenar los datos del próximo accidente generado.
                NUEVA_FILA_RESULTADOS()
            Else
                PUNTO_ACCIDENTE_OTRO()
                GRAVEDAD_ACCIDENTE()
                'Datos del tráfico.
                ESTADO_TRAFICO()
                'Datos de la ambulancia.
                SELECCIONAR_AMBULANCIAS()
            End If
        End If
    End Try
End Sub
```



```

' Cada cantidad determinada de accidentes simulados se reinicia
el valor semilla de la función RND().
If CONTADOR_ACCIDENTES_RND > ACCIDENTES_PaC_RND Then
    Randomize()
    CONTADOR_ACCIDENTES_RND = 0
End If
Catch ex As Exception
    MsgBox(ex.Message)
End Try
End Sub

Private Sub INICIALIZAR_RESULTADOS()
    Dim i As Integer
    ReDim RESULTADOS(14, 0)

    For i = 0 To 14
        RESULTADOS(i, 0) = 0
    Next
    Randomize()
    CONTADOR_ACCIDENTES_RND = 0
End Sub

Private Sub NUEVA_FILA_RESULTADOS()
    Dim i As Integer
    Dim j As Integer

    j = RESULTADOS.GetLength(1)
    ReDim Preserve RESULTADOS(14, j)

    For i = 0 To 14
        RESULTADOS(i, j) = 0
    Next
    CONTADOR_ACCIDENTES_RND = CONTADOR_ACCIDENTES_RND + 1
End Sub

Private Sub HORA_ACCIDENTE()
    Try
        Dim INTERVALO As Double
        Dim RND_HORA1 As Double
        Dim RND_HORA2 As Double

        RND_HORA1 = Rnd()
        RND_HORA2 = Rnd()
        INTERVALO = (1 + 0.2 * (Math.Sqrt(-2 * Math.Log(RND_HORA1))) *
(Math.Sin(2 * Math.PI * RND_HORA2)))
        Do While INTERVALO < 0
            RND_HORA1 = Rnd()
            RND_HORA2 = Rnd()
            INTERVALO = (1 + 0.2 * (Math.Sqrt(-2 *
Math.Log(RND_HORA1))) * (Math.Sin(2 * Math.PI * RND_HORA2)))
        Loop
        RELOJ = RELOJ + INTERVALO
        ACTUALIZAR_AMBULANCIAS(INTERVALO)
        RESULTADOS(0, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = RELOJ
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Sub

Private Function DENTRO_EIXAMPLE() As Boolean
    Try

```



```

Dim DENTRO As Boolean
Dim RND_DENTRO As Double

RND_DENTRO = Rnd()
If RND_DENTRO <= pDENTRO(0) Then
    RESULTADOS(2, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = 0
    DENTRO = False
Else
    RESULTADOS(2, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = 1
    DENTRO = True
End If
Return DENTRO
Catch ex As Exception
    MsgBox(ex.Message)
End Try
End Function

Private Function TIPO_ACCIDENTE() As Boolean
    Try
        Dim TIPO As Boolean
        Dim RND_TIPO As Double

        RND_TIPO = Rnd()
        If RND_TIPO <= pTIPO(0) Then
            TIPO = False
            RESULTADOS(1, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = 0
            'Si el accidente no es de tráfico, se le asigna una sólo
victima.
            VICTIMAS = 1
            RESULTADOS(4, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = VICTIMAS
        Else
            TIPO = True
            RESULTADOS(1, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = 1
        End If
        Return TIPO
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Function

'Se determina el punto donde se produce el accidente de tráfico.
Private Sub PUNTO_ACCIDENTE_TRAFICO()
    Try
        Dim i As Integer
        Dim RND_PUNTO As Double

        RND_PUNTO = Rnd()
        For i = 0 To (CANTIDAD_PUNTOS - 1)
            'Se accede a la hoja que guarda las probabilidades de
accidente de tráfico de cada punto.
            If rsFRECUENCIA.Tables(0).Rows(i).Item(cFRECUENCIA - 1) >=
RND_PUNTO Then
                PUNTO = i + 1
                RESULTADOS(3, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = PUNTO
                Exit For
            End If
        Next
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Sub

```



```

'Se determina el punto donde se produce un accidente de otro tipo.
Private Sub PUNTO_ACCIDENTE_OTRO()
    Try
        Dim i As Integer
        Dim pPUNTO As Double
        Dim RND_PUNTO As Double

        pPUNTO = 1 / CANTIDAD_PUNTOS
        RND_PUNTO = Rnd()
        For i = 1 To CANTIDAD_PUNTOS
            If RND_PUNTO <= pPUNTO Then
                PUNTO = i
                RESULTADOS(3, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = PUNTO
                Exit For
            End If
            pPUNTO = (i + 1) * (1 / CANTIDAD_PUNTOS)
        Next
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Sub

Private Sub VICTIMAS_ACCIDENTE()
    Try
        Dim RND_VICTIMAS As Double

        RND_VICTIMAS = Rnd()
        If RND_VICTIMAS <= pVICTIMAS(0) Then
            VICTIMAS = 1
        ElseIf ((RND_VICTIMAS > pVICTIMAS(0)) And (RND_VICTIMAS <=
pVICTIMAS(1))) Then
            VICTIMAS = 2
        ElseIf ((RND_VICTIMAS > pVICTIMAS(1)) And (RND_VICTIMAS <=
pVICTIMAS(2))) Then
            VICTIMAS = 3
        Else
            VICTIMAS = 4
        End If
        RESULTADOS(4, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = VICTIMAS
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Sub

Private Sub GRAVEDAD_ACCIDENTE()
    Try
        Dim RND_GRAVEDAD As Double

        RND_GRAVEDAD = Rnd()
        If RND_GRAVEDAD <= pGRAVEDAD(0) Then
            GRAVEDAD = 1
        ElseIf RND_GRAVEDAD > pGRAVEDAD(0) And RND_GRAVEDAD <=
pGRAVEDAD(1) Then
            GRAVEDAD = 2
        Else
            GRAVEDAD = 3
        End If
        RESULTADOS(5, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = GRAVEDAD
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Sub

```



```
End Try
End Sub

Private Sub ESTADO_TRAFICO()
    Try
        Dim RND_TRAFICO As Double

        'A partir del estado del tráfico se determina la velocidad de
        la ambulancia en el servicio.
        RND_TRAFICO = Rnd()
        If RND_TRAFICO <= pTRAFICO(0) Then
            RESULTADOS(6, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = 1
            VELOCIDAD = VELOCIDAD_FRACCION(0) * VELOCIDAD_BASE
        ElseIf RND_TRAFICO > pTRAFICO(0) And RND_TRAFICO <= pTRAFICO(1)
Then
            RESULTADOS(6, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = 2
            VELOCIDAD = VELOCIDAD_FRACCION(1) * VELOCIDAD_BASE
        Else
            RESULTADOS(6, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = 3
            VELOCIDAD = VELOCIDAD_FRACCION(2) * VELOCIDAD_BASE
        End If
        RESULTADOS(7, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = VELOCIDAD
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Sub

Private Sub INICIALIZAR_AMBULANCIAS()
    Dim i As Integer

    For i = 0 To 4
        AMBULANCIAS_BASICAS(i, 0) = 0
        AMBULANCIAS_BASICAS(i, 1) = 0
    Next
    For i = 5 To 14
        AMBULANCIAS_BASICAS(i, 0) = 2
        AMBULANCIAS_BASICAS(i, 1) = 0
    Next
    For i = 0 To 1
        AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(i, 0) = 0
        AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(i, 1) = 0
    Next
    AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(2, 0) = 1
    AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(2, 1) = 0
    For i = 3 To 5
        AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(i, 0) = 2
        AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(i, 1) = 0
    Next
    AMBULANCIAS_AVANZADAS(0, 0) = 0
    AMBULANCIAS_AVANZADAS(0, 1) = 0
    AMBULANCIAS_AVANZADAS(1, 0) = 1
    AMBULANCIAS_AVANZADAS(1, 1) = 0
    AMBULANCIAS_AVANZADAS(2, 0) = 2
    AMBULANCIAS_AVANZADAS(2, 1) = 0
End Sub

Private Sub ACTUALIZAR_AMBULANCIAS(ByVal interval As Integer)
    Dim i As Integer
    Dim j As Double

    For i = 0 To 14
```



```

    j = AMBULANCIAS_BASICAS(i, 1) - interval
    If j <= 0 Then
        AMBULANCIAS_BASICAS(i, 1) = 0
    Else
        AMBULANCIAS_BASICAS(i, 1) = CInt(j)
    End If
Next
For i = 0 To 5
    j = AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(i, 1) - interval
    If j <= 0 Then
        AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(i, 1) = 0
    Else
        AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(i, 1) = CInt(j)
    End If
Next
For i = 0 To 2
    j = AMBULANCIAS_AVANZADAS(i, 1) - interval
    If j <= 0 Then
        AMBULANCIAS_AVANZADAS(i, 1) = 0
    Else
        AMBULANCIAS_AVANZADAS(i, 1) = CInt(j)
    End If
Next
End Sub

Private Sub SELECCIONAR_AMBULANCIAS()
    Try
        Dim i As Integer
        Dim j As Integer
        Dim k As Integer
        Dim s As Integer
        'Matrices con la posición de la dotación dentro de las tablas
'AMBULANCIAS_BASICAS', 'AMBULANCIAS_INTERMEDIAS' Y
'AMBULANCIAS_AVANDAS'(0),
        'el tiempo de respuesta(1) y la localización de la
ambulancia(2) para cada dotación.
        Dim RESULTADO_AVANZADAS(2) As Double
        Dim RESULTADO_INTERMEDIAS(2) As Double
        Dim RESULTADO_BASICAS(2) As Double
        'Variable para definir el tipo de ambulancia seleccionada: 1,
básica; 2, intermedia; y 3, avanzada.
        Dim TIPO_AMBULANCIA As Integer
        'Contadores de las ambulancias disponibles antes de realizar
una nueva asignación.
        Dim CONTADOR_SVA As Integer
        Dim CONTADOR_SVI As Integer
        Dim CONTADOR_SVB As Integer

        'Inicialización de las tablas de resultados de las ambulancias.
        RESULTADO_AVANZADAS(0) = 0
        RESULTADO_AVANZADAS(1) = 0
        RESULTADO_INTERMEDIAS(0) = 0
        RESULTADO_INTERMEDIAS(1) = 0
        RESULTADO_BASICAS(0) = 0
        RESULTADO_BASICAS(1) = 0

        For i = 1 To VICTIMAS
            'Se añade un fila a la tabla de resultados para cada nueva
victima de un accidente, excepto para la primera.
            If i > 1 Then
                NUEVA_FILA_RESULTADOS()
            End If
        Next
    End Try
End Sub

```



```

End If
'Contador de disponibilidad de ambulancias.
CONTADOR_SVA = 0
For j = 0 To 2
  If AMBULANCIAS_AVANZADAS(j, 1) = 0 Then
    CONTADOR_SVA = CONTADOR_SVA + 1
  End If
Next
CONTADOR_SVI = 0
For k = 0 To 5
  If AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(k, 1) = 0 Then
    CONTADOR_SVI = CONTADOR_SVI + 1
  End If
Next
CONTADOR_SVB = 0
For s = 0 To 14
  If AMBULANCIAS_BASICAS(s, 1) = 0 Then
    CONTADOR_SVB = CONTADOR_SVB + 1
  End If
Next
'Se añaden los resultados de los contadores de las
ambulancias disponibles a la hora de resultados.
CONTADOR_SVA RESULTADOS(12, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) =
CONTADOR_SVI RESULTADOS(13, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) =
CONTADOR_SVB RESULTADOS(14, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) =

TIPO_AMBULANCIA = 0
'Búsqueda del tipo de ambulancia en función del nivel de
gravedad del accidente y del tiempo de respuesta límite.
If GRAVEDAD = 3 Then
  RESULTADO_AVANZADAS = BUSCAR_AMBULANCIAS_AVANZADAS()
  If RESULTADO_AVANZADAS(1) > tRESPUESTA_LIMITE Then
    RESULTADO_INTERMEDIAS =
    BUSCAR_AMBULANCIAS_INTERMEDIAS()
    If RESULTADO_INTERMEDIAS(1) > tRESPUESTA_LIMITE
    Then
      RESULTADO_BASICAS =
      BUSCAR_AMBULANCIAS_BASICAS()
      If RESULTADO_BASICAS(1) > tRESPUESTA_LIMITE
      Then
        'Caso en el que ningún tiempo de respuesta
        este por debajo del límite.
        If RESULTADO_AVANZADAS(1) <=
        RESULTADO_INTERMEDIAS(1) Then
          If RESULTADO_AVANZADAS(1) <=
          RESULTADO_BASICAS(1) Then
            TIPO_AMBULANCIA = 3
          Else
            TIPO_AMBULANCIA = 1
          End If
        Else
          If RESULTADO_INTERMEDIAS(1) <=
          RESULTADO_BASICAS(1) Then
            TIPO_AMBULANCIA = 2
          Else
            TIPO_AMBULANCIA = 1
          End If
        End If
      End If
    End If
  End If
End If

```



```

Else
    TIPO_AMBULANCIA = 1
End If
Else
    TIPO_AMBULANCIA = 2
End If
Else
    TIPO_AMBULANCIA = 3
End If
ElseIf GRAVEDAD = 2 Then
    RESULTADO_INTERMEDIAS =
BUSCAR_AMBULANCIAS_INTERMEDIAS()
    If RESULTADO_INTERMEDIAS(1) > tRESPUESTA_LIMITE Then
        RESULTADO_AVANZADAS =
BUSCAR_AMBULANCIAS_AVANZADAS()
        If RESULTADO_AVANZADAS(1) > tRESPUESTA_LIMITE Then
            RESULTADO_BASICAS =
BUSCAR_AMBULANCIAS_BASICAS()
            If RESULTADO_BASICAS(1) > tRESPUESTA_LIMITE
Then
                'Caso en el que ningún tiempo de respuesta
este por debajo del límite.
                If RESULTADO_INTERMEDIAS(1) <=
RESULTADO_AVANZADAS(1) Then
                    If RESULTADO_INTERMEDIAS(1) <=
RESULTADO_BASICAS(1) Then
                        TIPO_AMBULANCIA = 2
                    Else
                        TIPO_AMBULANCIA = 1
                    End If
                Else
                    If RESULTADO_AVANZADAS(1) <=
RESULTADO_BASICAS(1) Then
                        TIPO_AMBULANCIA = 3
                    Else
                        TIPO_AMBULANCIA = 1
                    End If
                End If
            Else
                TIPO_AMBULANCIA = 1
            End If
        Else
            TIPO_AMBULANCIA = 3
        End If
    Else
        TIPO_AMBULANCIA = 2
    End If
ElseIf GRAVEDAD = 1 Then
    RESULTADO_BASICAS = BUSCAR_AMBULANCIAS_BASICAS()
    If RESULTADO_BASICAS(1) > tRESPUESTA_LIMITE Then
        RESULTADO_INTERMEDIAS =
BUSCAR_AMBULANCIAS_INTERMEDIAS()
        If RESULTADO_INTERMEDIAS(1) > tRESPUESTA_LIMITE
Then
            RESULTADO_AVANZADAS =
BUSCAR_AMBULANCIAS_AVANZADAS()
            If RESULTADO_AVANZADAS(1) > tRESPUESTA_LIMITE
Then
                'Caso en el que ningún tiempo de respuesta
este por debajo del límite.

```



```

                                If RESULTADO_BASICAS(1) <=
RESULTADO_INTERMEDIAS(1) Then
                                If RESULTADO_BASICAS(1) <=
RESULTADO_AVANZADAS(1) Then
                                    TIPO_AMBULANCIA = 1
                                Else
                                    TIPO_AMBULANCIA = 3
                                End If
                                Else
                                    If RESULTADO_INTERMEDIAS(1) <=
RESULTADO_AVANZADAS(1) Then
                                        TIPO_AMBULANCIA = 2
                                    Else
                                        TIPO_AMBULANCIA = 3
                                    End If
                                End If
                                Else
                                    TIPO_AMBULANCIA = 3
                                End If
                                Else
                                    TIPO_AMBULANCIA = 2
                                End If
                                Else
                                    TIPO_AMBULANCIA = 1
                                End If
                                End If
                                If TIPO_AMBULANCIA = 3 Then
                                    AMBULANCIAS_AVANZADAS (RESULTADO_AVANZADAS (0), 1) =
tATENCION + RESULTADO_AVANZADAS(1)
                                    'Resultado para ambulancia SVA.
                                    RESULTADOS (8, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) =
AMBULANCIAS_AVANZADAS (RESULTADO_AVANZADAS (0), 0)
                                    RESULTADOS (9, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) =
RESULTADO_AVANZADAS (1)
                                    RESULTADOS (10, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = 3
                                    RESULTADOS (11, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) =
RESULTADO_AVANZADAS (2)
                                    ElseIf TIPO_AMBULANCIA = 2 Then
                                        AMBULANCIAS_INTERMEDIAS (RESULTADO_INTERMEDIAS (0), 1) =
tATENCION + RESULTADO_INTERMEDIAS(1)
                                        'Resultado para ambulancia SVI.
                                        RESULTADOS (8, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) =
AMBULANCIAS_INTERMEDIAS (RESULTADO_INTERMEDIAS (0), 0)
                                        RESULTADOS (9, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) =
RESULTADO_INTERMEDIAS (1)
                                        RESULTADOS (10, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = 2
                                        RESULTADOS (11, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) =
RESULTADO_INTERMEDIAS (2)
                                        ElseIf TIPO_AMBULANCIA = 1 Then
                                            AMBULANCIAS_BASICAS (RESULTADO_BASICAS (0), 1) =
tATENCION + RESULTADO_BASICAS(1)
                                            'Resultado para ambulancia SVB.
                                            RESULTADOS (8, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) =
AMBULANCIAS_BASICAS (RESULTADO_BASICAS (0), 0)
                                            RESULTADOS (9, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) =
RESULTADO_BASICAS (1)
                                            RESULTADOS (10, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) = 1
                                            RESULTADOS (11, (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)) =
RESULTADO_BASICAS (2)
                                        End If
                                    End If
                                Next

```



```

    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Sub

Private Function BUSCAR_AMBULANCIAS_AVANZADAS() As Array
    Dim RESULTADO_AMBULANCIA(2) As Double
    Try
        Dim i As Integer
        Dim CANDIDATOS(2) As Integer
        Dim DISTANCIAS(2) As Double

        'Se buscan los puntos candidatos de partida de las ambulancias
para cada base.
        CANDIDATOS(0) = CANDIDATOS_B2()
        CANDIDATOS(1) = CANDIDATOS_B3()
        CANDIDATOS(2) = CANDIDATOS_B5()
        'Se busca la distancia entre los puntos candidatos y el punto
del accidente.
        DISTANCIAS(0) =
rsDISTANCIAS_METROS.Tables(0).Rows(CANDIDATOS(0)).Item(PUNTO)
        DISTANCIAS(1) =
rsDISTANCIAS_METROS.Tables(0).Rows(CANDIDATOS(1)).Item(PUNTO)
        DISTANCIAS(2) =
rsDISTANCIAS_METROS.Tables(0).Rows(CANDIDATOS(2)).Item(PUNTO)
        'Se parte del supuesto que el primer punto es la solución
buena.
        RESULTADO_AMBULANCIA(0) = 0
        RESULTADO_AMBULANCIA(1) =
TIEMPO_RESPUESTA(DISTANCIAS(AMBULANCIAS_AVANZADAS(0, 0)),
AMBULANCIAS_AVANZADAS(0, 1))
        'Se compara solución a solución hasta encontrar la mejor.
        For i = 1 To (AMBULANCIAS_AVANZADAS.GetLength(0) - 1)
            If (RESULTADO_AMBULANCIA(1) >=
TIEMPO_RESPUESTA(DISTANCIAS(AMBULANCIAS_AVANZADAS(i, 0)),
AMBULANCIAS_AVANZADAS(i, 1))) Then
                RESULTADO_AMBULANCIA(0) = i
                RESULTADO_AMBULANCIA(1) =
TIEMPO_RESPUESTA(DISTANCIAS(AMBULANCIAS_AVANZADAS(i, 0)),
AMBULANCIAS_AVANZADAS(i, 1))
            End If
        Next
        'Punto de partida de la ambulancia seleccionada.
        RESULTADO_AMBULANCIA(2) =
CANDIDATOS(AMBULANCIAS_AVANZADAS(RESULTADO_AMBULANCIA(0), 0))
        Catch ex As Exception
            MsgBox(ex.Message)
        End Try
        Return RESULTADO_AMBULANCIA
    End Function

Private Function BUSCAR_AMBULANCIAS_INTERMEDIAS() As Array
    Dim RESULTADO_AMBULANCIA(2) As Double

    Try
        Dim i As Integer
        Dim CANDIDATOS(2) As Integer
        Dim DISTANCIAS(2) As Double

        'Se buscan los puntos candidatos de partida de las ambulancias
para cada base.

```



```

CANDIDATOS(0) = CANDIDATOS_B2()
CANDIDATOS(1) = CANDIDATOS_B3()
CANDIDATOS(2) = CANDIDATOS_B5()
'Se busca la distancia entre los puntos candidatos y el punto
del accidente.
DISTANCIAS(0) =
rsDISTANCIAS_METROS.Tables(0).Rows(CANDIDATOS(0)).Item(PUNTO)
DISTANCIAS(1) =
rsDISTANCIAS_METROS.Tables(0).Rows(CANDIDATOS(1)).Item(PUNTO)
DISTANCIAS(2) =
rsDISTANCIAS_METROS.Tables(0).Rows(CANDIDATOS(2)).Item(PUNTO)
'Se parte del supuesto que el primer punto es la solución
buena.
RESULTADO_AMBULANCIA(0) = 0
RESULTADO_AMBULANCIA(1) =
TIEMPO_RESPUESTA(DISTANCIAS(AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(0, 0)),
AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(0, 1))
'Se compara solución a solución hasta encontrar la mejor.
For i = 1 To (AMBULANCIAS_INTERMEDIAS.GetLength(0) - 1)
    If (RESULTADO_AMBULANCIA(1) >=
TIEMPO_RESPUESTA(DISTANCIAS(AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(i, 0)),
AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(i, 1))) Then
        RESULTADO_AMBULANCIA(0) = i
        RESULTADO_AMBULANCIA(1) =
TIEMPO_RESPUESTA(DISTANCIAS(AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(i, 0)),
AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(i, 1))
    End If
Next
'Punto de partida de la ambulancia seleccionada.
RESULTADO_AMBULANCIA(2) =
CANDIDATOS(AMBULANCIAS_INTERMEDIAS(RESULTADO_AMBULANCIA(0), 0))
Catch ex As Exception
    MsgBox(ex.Message)
End Try
Return RESULTADO_AMBULANCIA
End Function

Private Function BUSCAR_AMBULANCIAS_BASICAS() As Array
    Dim RESULTADO_AMBULANCIA(2) As Double

    Try
        Dim i As Integer
        Dim CANDIDATOS(2) As Integer
        Dim DISTANCIAS(2) As Double

        'Se buscan los puntos candidatos de partida de las ambulancias
para cada base.
CANDIDATOS(0) = CANDIDATOS_B2()
CANDIDATOS(1) = CANDIDATOS_B3()
CANDIDATOS(2) = CANDIDATOS_B5()
'Se busca la distancia entre los puntos candidatos y el punto
del accidente.
DISTANCIAS(0) =
rsDISTANCIAS_METROS.Tables(0).Rows(CANDIDATOS(0)).Item(PUNTO)
DISTANCIAS(1) =
rsDISTANCIAS_METROS.Tables(0).Rows(CANDIDATOS(1)).Item(PUNTO)
DISTANCIAS(2) =
rsDISTANCIAS_METROS.Tables(0).Rows(CANDIDATOS(2)).Item(PUNTO)
'Se parte del supuesto que el primer punto es la solución
buena.
RESULTADO_AMBULANCIA(0) = 0

```



```

        RESULTADO_AMBULANCIA(1) =
TIEMPO_RESPUESTA(DISTANCIAS(AMBULANCIAS_BASICAS(0, 0)),
AMBULANCIAS_BASICAS(0, 1))
        'Se compara solución a solución hasta encontrar la mejor.
        For i = 1 To (AMBULANCIAS_BASICAS.GetLength(0) - 1)
            If (RESULTADO_AMBULANCIA(1) >
TIEMPO_RESPUESTA(DISTANCIAS(AMBULANCIAS_BASICAS(i, 0)),
AMBULANCIAS_BASICAS(i, 1))) Then
                RESULTADO_AMBULANCIA(0) = i
                RESULTADO_AMBULANCIA(1) =
TIEMPO_RESPUESTA(DISTANCIAS(AMBULANCIAS_BASICAS(i, 0)),
AMBULANCIAS_BASICAS(i, 1))
            End If
        Next
        'Punto de partida de la ambulancia seleccionada.
        RESULTADO_AMBULANCIA(2) =
CANDIDATOS(AMBULANCIAS_BASICAS(RESULTADO_AMBULANCIA(0), 0))
        Catch ex As Exception
            MsgBox(ex.Message)
        End Try
        Return RESULTADO_AMBULANCIA
    End Function

```

```

Private Function CANDIDATOS_B2() As Integer
    Dim CANDIDATO As Integer

    Try
        Dim i As Integer
        Dim pCANDIDATO As Double
        Dim RND_CANDIDATO As Double

        pCANDIDATO = 1 / PUNTOS_B2.GetLength(0)
        RND_CANDIDATO = Rnd()
        CANDIDATO = 0
        For i = 1 To PUNTOS_B2.GetLength(0)
            If RND_CANDIDATO <= pCANDIDATO Then
                CANDIDATO = PUNTOS_B2(i - 1)
                Exit For
            End If
            pCANDIDATO = (i + 1) * (1 / PUNTOS_B2.GetLength(0))
        Next
        Catch ex As Exception
            MsgBox(ex.Message)
        End Try
        Return CANDIDATO
    End Function

```

```

Private Function CANDIDATOS_B3() As Integer
    Dim CANDIDATO As Integer

    Try
        Dim i As Integer
        Dim pCANDIDATO As Double
        Dim RND_CANDIDATO As Double

        pCANDIDATO = 1 / PUNTOS_B3.GetLength(0)
        RND_CANDIDATO = Rnd()
        CANDIDATO = 0
        For i = 1 To PUNTOS_B3.GetLength(0)
            If RND_CANDIDATO <= pCANDIDATO Then
                CANDIDATO = PUNTOS_B3(i - 1)
            End If
        Next
    End Try

```



```
        Exit For
    End If
    pCANDIDATO = (i + 1) * (1 / PUNTOS_B3.GetLength(0))
Next
Catch ex As Exception
    MsgBox(ex.Message)
End Try
Return CANDIDATO
End Function

Private Function CANDIDATOS_B5() As Integer
    Dim CANDIDATO As Integer

    Try
        Dim i As Integer
        Dim pCANDIDATO As Double
        Dim RND_CANDIDATO As Double

        pCANDIDATO = 1 / PUNTOS_B5.GetLength(0)
        RND_CANDIDATO = Rnd()
        CANDIDATO = 0
        For i = 1 To PUNTOS_B5.GetLength(0)
            If RND_CANDIDATO <= pCANDIDATO Then
                CANDIDATO = PUNTOS_B5(i - 1)
                Exit For
            End If
            pCANDIDATO = (i + 1) * (1 / PUNTOS_B5.GetLength(0))
        Next
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
    Return CANDIDATO
End Function

' Cálculo del tiempo de respuesta.
Private Function TIEMPO_RESPUESTA(ByVal DISTANCIA As Double, ByVal
tOCUPADA As Double) As Double
    Dim tRESPUESTA As Double

    Try
        tRESPUESTA = (DISTANCIA / (VELOCIDAD * 100 / 6)) + tOCUPADA
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
    Return tRESPUESTA
End Function

'Se muestran los resultados en un archivo Excel.
Private Sub ESCRIBIR_RESULTADOS1()
    Try
        Dim app_EXCEL As Microsoft.Office.Interop.Excel.Application
        Dim wb_EXCEL As Microsoft.Office.Interop.Excel.Workbook
        Dim ws_EXCEL As Microsoft.Office.Interop.Excel.Worksheet

        app_EXCEL = New Microsoft.Office.Interop.Excel.Application
        wb_EXCEL = app_EXCEL.Workbooks.Open(DIRECTORIO &
NOMBRE_DIRECTORIO)
        ws_EXCEL = wb_EXCEL.Worksheets(sRESULTADOS)
        For i = 1 To (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)
            For j = 1 To (RESULTADOS.GetLength(0))
                ws_EXCEL.Cells(i + 1, j) = RESULTADOS(j - 1, i - 1)
            
```



```

        Next
    Next
    'Diseño de la forma de mostrar los resultados.
    app_EXCEL.Range("A1:O1").Font.Bold = True
    app_EXCEL.Range("A1:O1").Orientation = 90
    app_EXCEL.Range("A:O").HorizontalAlignment =
Microsoft.Office.Interop.Excel.Constants.xlCenter
    app_EXCEL.Range("A:O").EntireColumn.AutoFit()
    app_EXCEL.Visible = True
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Sub

'Se muestran los resultados en un archivo CSV. Mayor posibilidad de
simulaciones.
Private Sub ESCRIBIR_RESULTADOS2()
    Try
        Dim TEXTSTREAM As System.IO.StreamWriter

        TEXTSTREAM = New System.IO.StreamWriter(DIRECTORIO &
NOMBRE_ARCHIVO_TB.Text & ".csv")
        For i = 1 To (RESULTADOS.GetLength(1) - 1)
            TEXTSTREAM.WriteLine
            For j = 1 To (RESULTADOS.GetLength(0))
                Textstream.WriteLine(RESULTADOS(j - 1, i - 1))
                Textstream.Write(";")
            Next
        Next
        TEXTSTREAM.Close()
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Sub

Private Sub ACCIDENTES_SIMULACION_RB_CheckedChanged(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
ACCIDENTES_SIMULACION_RB.CheckedChanged
    If ACCIDENTES_SIMULACION_RB.Checked = True Then
        ACCIDENTES_SIMULACION_TB.Enabled = True
        TIEMPO_SIMULACION_TB.Enabled = False
    End If
End Sub

Private Sub TIEMPO_SIMULACION_RB_CheckedChanged(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
TIEMPO_SIMULACION_RB.CheckedChanged
    If TIEMPO_SIMULACION_RB.Checked = True Then
        ACCIDENTES_SIMULACION_TB.Enabled = False
        TIEMPO_SIMULACION_TB.Enabled = True
    End If
End Sub

'Aplicación del algoritmo de Ford de caminos mínimos.
Private Sub GENERAR_aFORD_Bt_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal
e As System.EventArgs) Handles GENERAR_aFORD_Bt.Click
    Try
        Dim i As Integer
        Dim j As Integer
        Dim k As Integer
        Dim l As Integer

```



```

Dim FIN_ALGORITMO As Boolean

ITERACIONES_REALIZADAS_TB.Text = ""
Label7.Text = ""

CONTADOR_ITERACIONES = 0
DISTANCIAS_ACTUAL = ASIGNAR_TABLA(DISTANCIAS_INICIAL)

For l = 1 To Cint(ITERACIONES_MAX_TB.Text)
    DISTANCIAS_ANTERIOR = ASIGNAR_TABLA(DISTANCIAS_ACTUAL)
    For i = 1 To (CANTIDAD_PUNTOS)
        For j = 1 To (CANTIDAD_PUNTOS)
            If ((Not (DISTANCIAS_ANTERIOR(i - 1, j - 1) = 0))
And (Not (DISTANCIAS_ANTERIOR(i - 1, j - 1) = 1000))) Then
                For k = 1 To (CANTIDAD_PUNTOS)
                    If ((Not (DISTANCIAS_INICIAL(j - 1, k - 1)
= 0)) And (Not (DISTANCIAS_INICIAL(j - 1, k - 1) = 1000))) Then
                        If ((DISTANCIAS_ANTERIOR(i - 1, j - 1)
+ DISTANCIAS_INICIAL(j - 1, k - 1)) < DISTANCIAS_ACTUAL(i - 1, k - 1)) Then
                            DISTANCIAS_ACTUAL(i - 1, k - 1) =
DISTANCIAS_ANTERIOR(i - 1, j - 1) + DISTANCIAS_INICIAL(j - 1, k - 1)
                        End If
                    End If
                End If
            Next
        End If
    Next
Next
CONTADOR_ITERACIONES = CONTADOR_ITERACIONES + 1

FIN_ALGORITMO = True
For i = 1 To (CANTIDAD_PUNTOS)
    For j = 1 To (CANTIDAD_PUNTOS)
        If (Not (DISTANCIAS_ANTERIOR(i - 1, j - 1) =
DISTANCIAS_ACTUAL(i - 1, j - 1))) Then
            FIN_ALGORITMO = False
            Exit For
        End If
    Next
    If FIN_ALGORITMO = False Then
        Exit For
    End If
Next
If FIN_ALGORITMO = True Then
    Label7.Text = "Algoritmo finalizado."
    Exit For
End If
Next

ITERACIONES_REALIZADAS_TB.Text = CONTADOR_ITERACIONES

Dim app_EXCEL As Microsoft.Office.Interop.Excel.Application
Dim wb_EXCEL As Microsoft.Office.Interop.Excel.Workbook
Dim ws_EXCEL As Microsoft.Office.Interop.Excel.Worksheet

app_EXCEL = New Microsoft.Office.Interop.Excel.Application
wb_EXCEL = app_EXCEL.Workbooks.Open(DIRECTORIO &
NOMBRE_DIRECTORIO)
ws_EXCEL = wb_EXCEL.Worksheets(sDISTANCIAS_MANZANAS)

For i = 1 To (CANTIDAD_PUNTOS)
    For j = 1 To (CANTIDAD_PUNTOS)

```



```
        ws_EXCEL.Cells(i + 1, j + 1) = DISTANCIAS_ACTUAL(i - 1,
j - 1)
        Next
    Next

    app_EXCEL.Visible = True

    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Sub

Private Function ASIGNAR_TABLA(ByVal TABLA As Array) As Array
    Dim i As Integer
    Dim j As Integer
    Dim TABLA_NUEVA(CANTIDAD_PUNTOS - 1, CANTIDAD_PUNTOS - 1) As Double

    For i = 0 To (CANTIDAD_PUNTOS - 1)
        For j = 0 To (CANTIDAD_PUNTOS - 1)
            TABLA_NUEVA(i, j) = TABLA(i, j)
        Next
    Next

    Return TABLA_NUEVA
End Function

Private Sub CARGAR_DATOS_Bt_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal
e As System.EventArgs) Handles CARGAR_DATOS_Bt.Click
    Try
        CARGAR_HOJAS()
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Sub

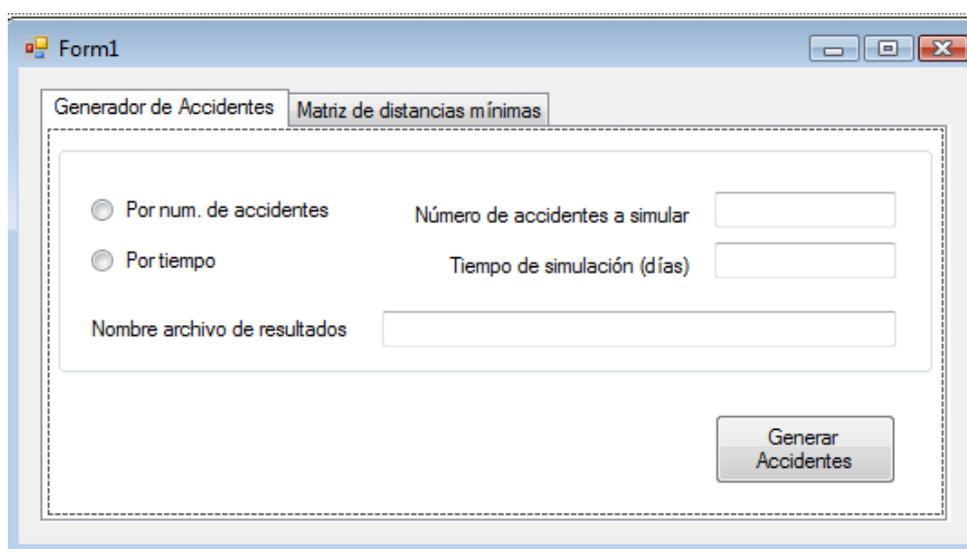
End Class
```



## Anexo B: Manual del programa informático

Al ejecutar el programa de simulación de accidentes aparecerá la pantalla de interacción que aparece en la Figura B.1. Esta pantalla dispone de dos pestañas:

- Generador de accidentes: Es la función principal del programa implementado y la utilizada para realizar las simulaciones.
- Matriz de distancias mínimas: Esta función ha sido añadida únicamente para, en el caso de querer cambiar la matriz de distancias entre puntos inmediatos de accidente (`sDISTANCIAS_VECINOS`), poder volver a calcular el algoritmo de Ford (2 puntos de accidente son inmediatos si mediante un solo arco es posible ir de un punto a otro).



The screenshot shows a Windows-style window titled 'Form1'. It has two tabs: 'Generador de Accidentes' (selected) and 'Matriz de distancias mínimas'. The 'Generador de Accidentes' tab contains the following elements:

- Two radio buttons: 'Por num. de accidentes' (selected) and 'Por tiempo'.
- Two input fields: 'Número de accidentes a simular' and 'Tiempo de simulación (días)'. The first is associated with the 'Por num. de accidentes' radio button, and the second with 'Por tiempo'.
- A single input field: 'Nombre archivo de resultados'.
- A button: 'Generar Accidentes'.

Figura B.1. Pantalla principal del programa de simulación de accidentes.

Para iniciar la simulación de secuencias de accidentes, simplemente se debe escoger entre definir el final de la simulación mediante un número determinado de accidentes, o mediante un horizonte de tiempo.

El programa dispone de dos posibles formas de guardar los resultados:

1. Mediante un archivo Excel: Se almacenan los datos de accidente en una hoja del mismo archivo donde se han guardan los datos referentes a la probabilidad de accidente de cada punto y las matrices de distancias mínimas (*puntos de accidente eixample.xlsx*)
2. Mediante un archivo CSV: En las simulaciones realizadas se ha utilizado esta opción pues permite realizar simulaciones a mayor velocidad. Para utilizar este método de almacenamiento se debe escribir el nombre que se le quiere dar al archivo en la caja



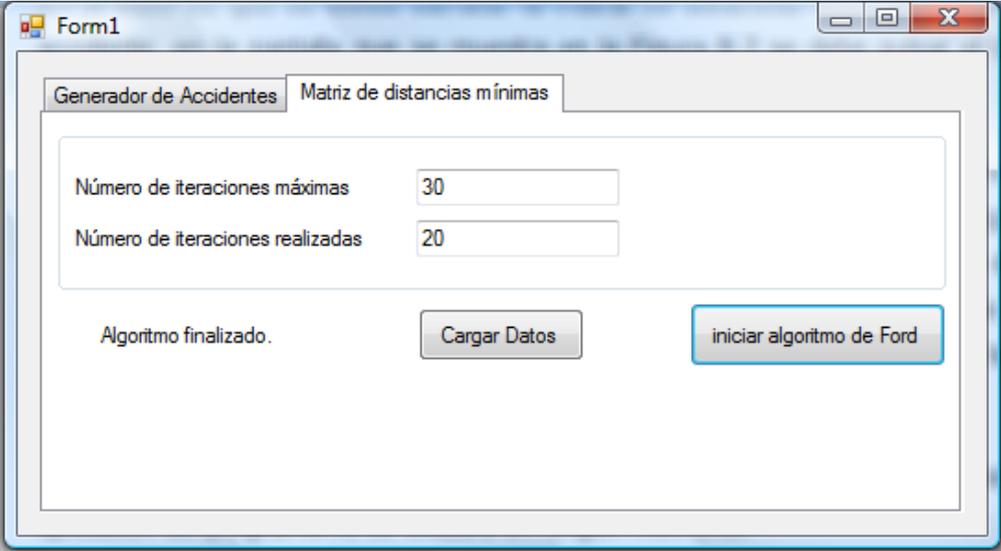
de texto *Nombre archivo de resultados*. **El código del programa está definido para utilizar por defecto esta opción** (`ESCRIBIR_RESULTADOS2()`). Los archivos csv se guardarán en una carpeta llamada “simulaciones”.

Por último, para iniciar la simulación hay que pulsar el botón *Generar Accidentes*. La velocidad de simulación es bastante rápida. Por ejemplo, una simulación de 100 días se realiza en 2 o 3 segundos aproximadamente.

En el caso de que se desee cambiar la matriz de distancias entre puntos inmediatos de accidente, en la pantalla que se muestra en la Figura B.2 se debe pulsar el botón *Cargar Datos* para que el programa utilice los nuevos datos definidos.

Antes de ejecutar el algoritmo de Ford se le debe indicar en la caja de texto *Número de iteraciones máximas* el número de iteraciones que se desean realizar. El programa realiza tantas iteraciones como se le hayan indicado a no ser que se alcance el final del algoritmo, es decir, haya calculado todas las distancias mínimas de la matriz. Para las distancias y puntos definidas en este proyecto el programa calculado los resultados finales en 20 iteraciones.

Es importante incidir en que, en el caso de no querer cambiar la matriz de distancias, esta aplicación del programa no se utilizará en ningún momento.



The screenshot shows a Windows-style window titled 'Form1'. It has two tabs: 'Generador de Accidentes' and 'Matriz de distancias mínimas'. The 'Matriz de distancias mínimas' tab is active. Inside the window, there are two text input fields. The first is labeled 'Número de iteraciones máximas' and contains the number '30'. The second is labeled 'Número de iteraciones realizadas' and contains the number '20'. Below these fields, there is a status label that reads 'Algoritmo finalizado.'. To the right of the status label, there are two buttons: 'Cargar Datos' and 'iniciar algoritmo de Ford'. The 'iniciar algoritmo de Ford' button is highlighted with a blue border.

Figura B.2. Aplicación del programa simulador de accidentes para calcular el algoritmo de Ford.



## Anexo C: Muestra de resultados obtenidos por el programa

A continuación se presenta una muestra de los resultados obtenidos en la simulación de accidentes. Estos coinciden con los analizados en el apartado 7.1. Sólo se incluye una pequeña muestra, ya que se han realizado un total de 100 simulaciones de 50.000 minutos (10 años aprox.) donde se han producido 22485 accidentes de tráfico.

De los resultados mostrados se registran 15 componentes:

0. Hora del accidente (min).
1. Tipo de accidente: accidente de tráfico (1)
2. Distrito del accidente: Eixample (1)
3. Localización del accidente.
4. Número de víctimas.
5. Gravedad del accidente: leve (1), grave (2) o muy grave (3)
6. Estado de tráfico: fluido (1), denso (2) o colapsado (3)
7. Velocidad de desplazamiento
8. Base de la ambulancia: B2 (0), B3(1) o B5 (2)
9. Tiempo de respuesta.
10. Tipo de ambulancia: SVB (1), SVI (2) o SVA (3)
11. Localización de la ambulancia.
12. Disponibilidad de sva.
13. Diponibilidad de svi.
14. Disponibilidad de svb.

Hay que comentar que el tipo de accidente (1) y el distrito del accidente (2) se ha restringido únicamente a accidentes de tráfico en el Eixample (Fuera del Eixample no interesa), pues el programa después de asignar ambulancias a cubrir accidentes que no son de tráfico borra automáticamente los datos para sólo analizar los accidentes de tráfico.

A continuación se añade una pequeña muestra de 30000 minutos, que son aproximadamente 20 días en los que se han producido 232 accidentes de tráfico.



Hora accidente	Tipo de accidente	Distrito del accidente	Localización del accidente	Número de víctimas	Gravedad del accidente	Estado de tráfico	Velocidad de desplazamiento	Base de la ambulancia	Tiempo de respuesta	Tipo de ambulancia	Localización de la ambulancia	disponibilidad sva	disponibilidad svi	disponibilidad svb
694,20	1	1	98	1	1	2	18	2	4,81	1	20	3	5	10
925,35	1	1	10	1	1	1	30	2	4,00	1	22	2	5	6
964,75	1	1	101	1	1	3	12	2	10,66	2	5	3	6	0
1258,31	1	1	30	1	1	2	18	2	4,89	1	6	3	6	7
1291,03	1	1	100	2	3	1	30	1	1,87	3	88	3	5	8
								2	4,00	3	5	2	5	8
1682,17	1	1	6	1	1	1	30	2	0,53	1	5	3	5	4
1873,86	1	1	48	1	1	1	30	2	1,47	1	4	2	6	1
2128,12	1	1	57	1	1	1	30	2	5,60	1	5	2	4	6
2262,02	1	1	95	3	1	1	30	2	10,40	1	1	2	3	1
								0	14,87	1	97	2	3	0
								0	3,20	2	81	2	3	0
2271,94	1	1	53	4	1	1	30	2	8,20	1	3	2	2	0
								2	12,73	1	2	2	2	0
								2	1,60	2	6	2	2	0
								2	3,58	2	48	2	1	0
2372,30	1	1	35	1	1	3	12	0	4,00	1	79	3	4	8
2886,14	1	1	21	2	1	3	12	2	4,00	1	20	3	3	2
								2	12,67	1	4	3	3	1
3807,25	1	1	4	3	1	2	18	2	0,44	1	3	2	5	2
								2	1,33	1	2	2	5	1
								2	3,78	1	6	2	5	0
4054,23	1	1	36	1	1	2	18	2	12,89	1	2	2	4	3
4383,88	1	1	9	1	2	1	30	2	1,60	2	5	3	5	4
4519,33	1	1	8	3	1	2	18	2	6,22	1	1	3	5	6
								2	3,55	1	4	3	5	5
								2	7,11	1	20	3	5	4
4852,52	1	1	3	3	1	2	18	2	2,22	1	21	1	3	3
								2	2,22	1	1	1	3	2
								2	2,22	1	21	1	3	1
4854,68	1	1	90	3	1	2	18	0	10,88	1	81	1	5	1
								2	9,44	1	22	1	5	0
								0	2,22	2	97	1	5	0
5077,87	1	1	6	1	1	1	30	2	0,00	1	6	3	5	5



Hora accidente	Tipo de accidente	Distrito del accidente	Localización del accidente	Número de víctimas	Gravedad del accidente	Estado de tráfico	Velocidad de desplazamiento	Base de la ambulancia	Tiempo de respuesta	Tipo de ambulancia	Localización de la ambulancia	disponibilidad sva	disponibilidad svi	disponibilidad svb
5081,96	1	1	39	1	2	1	30	0	2,28	2	80	3	5	4
5211,06	1	1	18	2	1	3	12	2	8,66	1	6	3	3	6
								2	5,33	1	3	3	3	5
5299,42	1	1	62	2	1	3	12	0	10,66	1	102	3	4	0
								0	12,56	2	97	3	4	0
5359,94	1	1	81	2	1	2	18	0	2,22	1	97	2	6	13
								0	1,78	1	86	2	6	12
5417,23	1	1	59	1	1	2	18	0	2,67	1	96	0	6	7
5889,52	1	1	11	2	2	1	30	2	2,67	2	5	3	4	5
								0	2,60	2	82	3	3	5
6703,40	1	1	32	1	1	2	18	2	8,44	1	5	1	6	2
6740,04	1	1	94	1	1	3	12	0	13,49	1	97	3	6	5
6904,20	1	1	24	3	1	2	18	2	3,11	1	4	3	6	10
								2	5,78	1	1	3	6	9
								2	1,33	1	6	3	6	8
7047,87	1	1	27	4	1	1	30	2	4,53	1	20	3	6	5
								2	4,00	1	21	3	6	4
								2	4,00	1	21	3	6	3
								2	3,20	1	22	3	6	2
7171,81	1	1	28	1	1	1	30	2	2,13	1	6	3	6	5
7284,21	1	1	34	3	1	2	18	0	6,11	1	95	3	5	0
								0	9,89	1	103	3	5	0
								0	4,44	2	79	3	5	0
7574,67	1	1	70	2	1	2	18	2	8,81	1	21	3	5	10
								2	8,00	1	5	3	5	9
7893,33	1	1	12	1	1	1	30	0	3,20	1	79	3	5	6
7963,72	1	1	102	2	1	2	18	0	9,22	1	95	3	6	2
								2	14,22	1	5	3	6	2
8338,55	1	1	44	1	1	2	18	2	9,78	1	3	3	6	1
8375,64	1	1	40	4	1	2	18	2	2,96	1	48	2	6	6
								2	6,30	1	5	2	6	5
								2	8,30	1	5	2	6	4
								2	9,63	1	21	2	6	4
8424,48	1	1	96	2	1	2	18	0	6,55	1	81	3	1	1
								0	11,44	1	60	3	1	1



Hora accidente	Tipo de accidente	Distrito del accidente	Localización del accidente	Número de víctimas	Gravedad del accidente	Estado de tráfico	Velocidad de desplazamiento	Base de la ambulancia	Tiempo de respuesta	Tipo de ambulancia	Localización de la ambulancia	disponibilidad sva	disponibilidad svi	disponibilidad svb
8660,52	1	1	30	3	1	2	18	0	7,11	1	81	2	3	10
								2	5,78	1	5	2	3	9
								2	6,67	1	4	2	3	8
8765,64	1	1	65	2	1	3	12	2	12,00	1	3	2	5	1
								2	11,00	1	48	2	5	1
9013,85	1	1	52	1	1	2	18	2	6,22	1	21	2	5	3
9806,60	1	1	88	1	3	2	18	1	1,78	3	63	3	5	2
9901,19	1	1	87	2	1	1	30	2	3,73	1	5	2	6	6
								2	2,51	1	20	2	6	5
10043,01	1	1	31	3	1	3	12	2	10,66	1	22	3	6	3
								2	11,33	1	4	3	6	2
								2	11,33	1	4	3	6	1
10135,65	1	1	77	4	1	3	12	0	5,33	1	103	3	6	6
								0	7,33	1	97	3	6	5
								0	2,67	1	95	3	6	4
								0	14,33	1	79	3	6	3
10302,58	1	1	75	3	1	1	30	0	5,13	1	60	3	5	8
								0	4,86	1	97	3	5	7
								2	5,87	1	2	3	5	6
10732,70	1	1	64	2	1	1	30	2	2,67	1	2	1	2	2
								2	0,93	1	48	1	2	1
11430,78	1	1	86	3	1	3	12	0	16,67	2	95	3	1	0
								0	4,00	3	102	3	1	0
								2	16,00	2	6	2	1	0
11449,81	1	1	57	1	1	2	18	2	11,11	1	20	2	2	1
11836,05	1	1	57	2	1	2	18	2	11,11	1	20	2	6	2
								2	8,44	1	6	2	6	1
12025,45	1	1	36	1	1	2	18	0	4,00	1	86	3	5	5
12231,39	1	1	62	1	1	1	30	2	9,89	1	6	3	2	0
12316,91	1	1	69	3	1	1	30	2	5,02	1	20	1	5	3
								2	4,00	1	5	1	5	2
								2	4,53	1	4	1	5	1
12337,06	1	1	95	1	2	1	30	0	1,87	2	96	2	6	1
12472,25	1	1	22	1	1	2	18	2	8,55	1	3	3	5	0
12539,23	1	1	90	4	1	3	12	2	9,33	1	2	3	4	6



Hora accidente	Tipo de accidente	Distrito del accidente	Localización del accidente	Número de víctimas	Gravedad del accidente	Estado de tráfico	Velocidad de desplazamiento	Base de la ambulancia	Tiempo de respuesta	Tipo de ambulancia	Localización de la ambulancia	disponibilidad sva	disponibilidad svi	disponibilidad svb
								2	6,67	1	22	3	4	5
								2	7,33	1	6	3	4	4
								2	6,00	1	5	3	4	3
13178,68	1	1	95	2	1	2	18	0	1,78	1	103	1	6	5
								0	7,67	1	86	1	6	4
13223,77	1	1	32	1	1	1	30	0	3,67	1	95	2	5	7
13290,20	1	1	103	3	1	1	30	0	1,60	1	81	3	4	7
								0	0,00	1	103	3	4	6
								0	0,80	1	102	3	4	5
13442,38	1	1	25	3	1	2	18	2	4,44	1	4	3	5	6
								2	4,89	1	3	3	5	5
								2	5,78	1	2	3	5	4
14023,53	1	1	16	2	2	2	18	0	3,11	2	79	3	5	5
								2	11,83	2	2	3	4	5
14050,33	1	1	87	2	1	2	18	2	6,22	1	5	2	3	5
								2	5,51	1	2	2	3	4
14134,27	1	1	69	3	1	3	12	2	10,00	1	5	3	6	2
								2	11,33	1	4	3	6	1
								1	6,67	2	49	3	6	0
14815,66	1	1	35	3	1	1	30	2	6,03	1	22	3	6	7
								2	7,36	1	21	3	6	6
								2	5,76	1	5	3	6	5
15312,25	1	1	20	3	1	2	18	2	1,71	1	48	3	6	4
								2	0,00	1	20	3	6	3
								2	10,33	1	2	3	6	2
15395,04	1	1	63	2	1	3	12	2	6,11	1	3	3	2	4
								2	4,78	1	22	3	2	3
15823,86	1	1	9	1	1	2	18	2	4,44	1	4	3	4	2
15914,52	1	1	20	2	1	2	18	2	4,44	1	6	2	6	3
								2	1,33	1	22	2	6	2
15986,40	1	1	6	2	1	2	18	2	3,11	1	2	2	6	5
								2	5,26	1	48	2	6	4
16078,68	1	1	42	1	1	3	12	0	12,00	1	79	3	5	0
16185,70	1	1	23	4	1	2	18	2	2,67	1	3	3	4	9
								2	5,03	1	48	3	4	8



Hora accidente	Tipo de accidente	Distrito del accidente	Localización del accidente	Número de víctimas	Gravedad del accidente	Estado de tráfico	Velocidad de desplazamiento	Base de la ambulancia	Tiempo de respuesta	Tipo de ambulancia	Localización de la ambulancia	disponibilidad sva	disponibilidad svi	disponibilidad svb
								2	1,33	1	5	3	4	7
								2	4,89	1	1	3	4	6
16805,10	1	1	70	1	1	2	18	2	8,44	1	22	3	6	2
17492,82	1	1	99	1	1	2	18	2	6,67	1	2	3	5	6
17995,38	1	1	44	2	1	3	12	0	9,67	1	95	2	6	2
								1	8,66	2	41	2	6	2
18059,31	1	1	20	2	1	2	18	2	1,33	1	22	3	6	6
								2	3,55	1	5	3	6	5
18200,13	1	1	9	1	1	1	30	2	4,80	1	20	2	5	2
18351,90	1	1	58	3	2	1	30	2	7,46	2	3	3	4	8
								1	6,98	2	88	3	3	8
								2	8,53	2	20	3	2	8
18702,69	1	1	104	1	1	2	18	2	8,00	1	2	3	6	5
19099,23	1	1	35	3	1	1	30	0	1,60	1	95	2	6	3
								2	6,03	1	22	2	6	2
								0	7,13	1	81	2	6	1
19157,17	1	1	27	2	1	1	30	2	4,27	1	2	3	3	6
								2	2,40	1	6	3	3	5
19189,28	1	1	27	1	1	2	18	1	5,78	2	40	3	6	0
19458,89	1	1	78	1	1	2	18	2	11,11	1	5	3	5	5
19554,05	1	1	62	1	1	2	18	0	5,67	1	86	3	6	2
19586,62	1	1	8	1	1	1	30	0	6,13	1	102	3	5	1
19926,35	1	1	10	1	2	1	30	2	4,80	2	20	3	4	2
19942,10	1	1	66	1	1	2	18	2	3,55	1	20	3	3	3
20367,17	1	1	6	1	1	3	12	2	3,33	1	3	3	5	9
20572,17	1	1	44	2	1	1	30	0	5,53	1	97	3	4	4
								2	5,33	1	22	3	4	4
20730,87	1	1	94	2	1	2	18	2	9,11	1	22	2	5	0
								2	14,11	1	22	2	5	0
20939,78	1	1	77	1	1	1	30	0	7,13	1	103	2	4	1
20980,90	1	1	3	1	1	1	30	2	5,33	1	21	3	4	0
21028,34	1	1	3	3	1	2	18	2	0,89	1	2	3	6	3
								2	2,22	1	1	3	6	2
								2	10,33	1	5	3	6	1
21348,86	1	1	104	2	1	2	18	2	6,67	1	6	2	3	3



Hora accidente	Tipo de accidente	Distrito del accidente	Localización del accidente	Número de víctimas	Gravedad del accidente	Estado de tráfico	Velocidad de desplazamiento	Base de la ambulancia	Tiempo de respuesta	Tipo de ambulancia	Localización de la ambulancia	disponibilidad sva	disponibilidad svi	disponibilidad svb
								2	6,22	1	22	2	3	2
21352,68	1	1	90	1	1	2	18	2	7,55	1	1	2	3	2
21629,81	1	1	22	1	1	2	18	2	5,78	1	1	2	4	5
21687,29	1	1	98	1	1	2	18	2	5,96	1	4	1	6	6
21774,42	1	1	21	1	3	3	12	1	0,00	3	20	3	6	8
21846,08	1	1	9	2	1	2	18	2	8,00	1	20	3	4	5
								2	2,67	1	6	3	4	4
21854,81	1	1	6	1	1	2	18	2	4,44	1	21	3	5	2
22473,76	1	1	45	1	1	2	18	0	4,89	1	103	3	6	6
22829,37	1	1	81	1	1	2	18	2	12,89	1	5	2	6	1
22919,92	1	1	77	1	1	1	30	0	1,07	1	95	3	5	3
23545,50	1	1	82	1	1	2	18	0	13,10	2	86	2	5	5
23727,61	1	1	46	3	2	2	18	1	12,44	2	18	3	4	6
								2	12,44	2	1	3	3	6
								2	9,33	2	5	3	2	6
23766,38	1	1	45	4	1	2	18	0	4,44	1	102	3	2	5
								0	7,22	1	97	3	2	4
								2	11,55	1	21	3	2	4
								2	11,11	1	2	3	2	3
24172,94	1	1	35	2	1	3	12	0	5,33	1	81	3	5	4
								0	9,66	1	97	3	5	3
24587,55	1	1	71	1	1	1	30	0	4,00	1	96	2	4	7
24697,62	1	1	33	2	1	1	30	0	3,20	1	102	2	6	7
								2	6,40	1	20	2	6	6
24846,78	1	1	31	1	1	2	18	0	6,22	1	60	3	5	4
24966,44	1	1	40	2	1	2	18	2	6,30	1	5	2	5	6
								2	3,19	1	20	2	5	5
25045,00	1	1	8	1	1	2	18	2	4,00	1	3	3	5	6
25232,54	1	1	91	1	1	2	18	2	5,78	1	3	3	6	10
25733,52	1	1	63	1	1	2	18	2	2,30	1	20	3	6	3
26119,90	1	1	97	1	1	1	30	0	0,80	1	86	3	5	4
26140,08	1	1	7	3	1	2	18	2	5,78	1	21	3	5	2
								2	2,22	1	5	3	5	1
								2	9,44	1	2	3	5	0
26198,60	1	1	74	2	1	3	12	2	12,66	1	4	3	5	5



Hora accidente	Tipo de accidente	Distrito del accidente	Localización del accidente	Número de víctimas	Gravedad del accidente	Estado de tráfico	Velocidad de desplazamiento	Base de la ambulancia	Tiempo de respuesta	Tipo de ambulancia	Localización de la ambulancia	disponibilidad sva	disponibilidad svi	disponibilidad svb
								2	13,88	1	20	3	5	4
26212,94	1	1	8	1	1	1	30	2	2,13	1	4	3	4	3
27133,37	1	1	70	1	1	2	18	0	9,55	1	79	2	6	4
27292,86	1	1	76	2	1	3	12	0	14,67	1	80	3	3	5
								0	6,67	2	79	3	3	5
27440,86	1	1	46	3	1	1	30	2	6,67	1	4	3	5	2
								2	7,73	1	21	3	5	1
								2	13,28	1	48	3	5	0
27698,58	1	1	10	1	1	1	30	2	5,33	1	20	3	3	1
27748,78	1	1	38	1	1	1	30	0	7,87	1	80	3	3	4
27923,58	1	1	13	1	1	2	18	2	7,55	1	5	3	6	4
28034,61	1	1	35	2	1	2	18	0	10,55	1	86	3	4	3
								2	10,94	1	3	3	4	3
28088,23	1	1	54	2	1	3	12	2	9,33	1	6	3	1	0
								2	14,00	1	4	3	1	0
28964,95	1	1	24	1	1	2	18	2	3,55	1	3	3	6	3
29275,01	1	1	6	1	2	2	18	2	2,22	2	2	2	5	7
29828,85	1	1	62	3	1	1	30	0	3,07	1	80	1	5	1
								0	5,40	1	60	1	5	0
								2	7,43	1	5	1	5	0
29850,09	1	1	97	1	1	2	18	1	13,10	2	49	3	5	0
29920,19	1	1	103	1	1	2	18	0	14,33	1	97	2	5	4
30071,41	1	1	93	1	1	3	12	2	14,27	1	20	2	5	0

